

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения
(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»
(наименование)

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных
производств»

(код и наименование направления подготовки / специальности)

Технология машиностроения
(направленность (профиль) / специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Технологический процесс изготовления барабана муфты Э1ТМ

Обучающийся

А.В. Старостин

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент А.А. Козлов

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультанты

канд. экон. наук, доцент Е.Г. Смышляева

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

канд. физ.-мат. наук, доцент Д.А. Романов

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2024

Аннотация

Цель выпускной квалификационной работы – разработка оптимального в заданных производственных условиях технологического процесса изготовления барабана муфты Э1ТМ, обеспечивающего годовой объем выпуска качественных деталей.

«Исходные данные, к которым относятся назначение и условия работы детали, оценка технологичности детали, анализ параметров типа производства рассмотрены в первом разделе. По результатам анализа исходных данных выполнена постановка задач работы» [10].

Решение задач проектирования заготовки, разработки плана изготовления, выбора технических средств оснащения, выбора режимов резания и определения норм времени на выполнение операций технологического процесса приведены во втором разделе.

Специальные технические средства оснащения спроектированы в третьем разделе. В результате спроектировано станочное приспособление с механизированным приводом закрепления и режущий инструмент улучшенной конструкции. Данные мероприятия позволили сократить время на выполнение токарной операции, путем сокращения вспомогательного времени и применения более производительных режимов резания.

Оценка технологического процесса на безопасность и экологичность выполнена в четвертом разделе. При проведении данного анализа учитывались изменения от применения специальных технических средств оснащения, вносимые в базовую технологию.

Экономическая оценка предлагаемого варианта технологического процесса выполнена в пятом разделе. В результате получены положительные значения экономических показателей. Технологический процесс признан эффективным.

Объем работы: 59 страниц пояснительной записки, графический материал на 7,5 листах формата А1.

Abstract

The final qualification work purpose is to develop the optimal manufacturing process for the E1TM coupling drum under specified production conditions, which ensures the annual production high-quality parts.

The initial data, which include the purpose and part working conditions, the manufacturability part assessment, the production type parameters analysis are considered in the first section. Based on the initial data analysis results, the tasks of the work were set.

The workpiece designing problems solution, developing a manufacturing plan, choosing technical equipment, choosing cutting modes and determining the time limits for performing technological process operations are given in the second section.

Special technical equipment is designed in the third section. As a result, a machine tool with a mechanized fastening drive and an improved cutting tool were designed. These measures made it possible to reduce the time for performing the turning operation by reducing the auxiliary time and using more productive cutting modes.

The assessment of the technological process for safety and environmental friendliness is carried out in the fourth section. During this analysis, changes from the use of special technical equipment introduced into the basic technology were taken into account.

The proposed technological process option economic assessment is carried out in the fifth section. As a result, economic indicators positive values were obtained. The technological process is recognized as effective.

Volume of work: explanatory note 59 pages, graphic material on 7.5 A1 format sheets.

Содержание

Введение.....	5
1 Исходные данные и их анализ	6
1.1 Назначение и условия работы детали	6
1.2 Оценка технологичности детали	7
1.3 Анализ параметров типа производства.....	8
1.4 Постановка задач работы	9
2 Технологическая часть	11
2.1 Проектирование заготовки.....	11
2.2 Разработка плана изготовления	19
2.3 Технические средства оснащения	20
2.4 Определение режимов резания и нормирование	23
3 Разработка специальных технических средств оснащения	27
3.1 Разработка цанговой оправки	27
3.2 Разработка токарного резца	32
4 Безопасность и экологичность технического объекта	34
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта.....	34
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	34
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков.....	36
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта	38
4.5 Обеспечение экологической безопасности объекта	39
5 Экономическая эффективность работы	41
Заключение	45
Список используемых источников.....	46
Приложение А Технологическая документация.....	49
Приложение Б Спецификации к сборочным чертежам	57

Введение

Электромагнитные муфты серии ЭТМ используются для соединения валов электродвигателя, приводов и исполнительных механизмов. Данные муфты позволяют обеспечивать передачу крутящего момента плавно без ударов, без изменения его величины. Еще одним преимуществом муфт данного типа является обеспечение плавного разгона, устранение перегрузок и проскальзывания во время работы.

К недостаткам муфт данного типа относятся сложность конструкции, а также изменение технических характеристик в процессе эксплуатации вследствие износа деталей. Износ возникает в результате приработки и износа деталей, а также под влиянием температурного фактора, возникновение которого объясняется физическими принципами работы муфты и условиями эксплуатации всего механизма. Это приводит к увеличению стоимости муфты, а также ужесточению эксплуатационных требований. Обеспечение данных требований возможно только путем обеспечения соответствующих показателей надежности, как всего механизма, так и его отдельных деталей.

Надежность обеспечивается на стадии проектирования, путем применения соответствующих конструкторских решений и на стадии изготовления, путем применения соответствующих технологических решений. Кроме надежности на стадии изготовления необходимо обеспечить требуемую производительность технологического процесса, а также учесть условия реального производства.

Из вышесказанного следует, что применительно к рассматриваемой детали, «цель выпускной квалификационной работы – разработка оптимального в заданных производственных условиях технологического процесса изготовления» [10] барабана муфты ЭТМ, обеспечивающего годовой объем выпуска качественных деталей.

1 Исходные данные и их анализ

1.1 Назначение и условия работы детали

Служебное назначение рассматриваемого барабана муфты Э1ТМ можно охарактеризовать как типичное для деталей данного класса. «Оно заключается в передаче крутящего момента от выходного вала двигателя на выходной вал привода» [10]. От выходного вала момент воспринимается через шлицы посредством их боковых поверхностей, а передается на входной вал боковыми поверхностями пазов, в которые устанавливаются фрикционы, обеспечивающие передачу момента на нажимной диск и проскальзывание в случае перегрузок. Барабан работает под влиянием значительных по величине знакопеременных нагрузок. Условия работы можно охарактеризовать как нормальные. Возможно влияние на деталь внешних климатических факторов, в случае если механизм работает вне производственного помещения, что может привести к повреждению наружных поверхностей, а также повышенному износу внутренних поверхностей под влиянием пониженных и повышенных температур. Конструкция муфты предусматривает герметизацию внутренних поверхностей, что при полной исправности исключает попадание посторонних предметов и частиц вовнутрь. Технические характеристики муфты предполагают создание внутри определенных условий, таких как наличие смазки, давление и ряд других, которые являются расчетными для рассматриваемой детали и не оказывают на нее негативного влияния. К негативным факторам работы муфты, которые могут оказать влияние на работоспособность детали, можно отнести попадание продуктов износа на рабочие поверхности, что усугубляется большими скоростями работы и большими величинами передаваемых моментов. Это может привести к повреждению рабочих поверхностей и их преждевременному износу. Однако в случае регулярного технического обслуживания этого можно избежать.

1.2 Оценка технологичности детали

«Оценку технологичности начинаем с материала детали, которая определяется его химического состава и механических характеристик» [11]. «Химический состав стали 40Х ГОСТ 4543-71: углерод от 0,36% до 0,44%, хром от 0,8% до 1,1%, никель до 0,3%, марганец от 0,5% до 0,8%, кремний от 0,17% до 0,37%, медь 0,3%, сера 0,025%, фосфор 0,025%» [20]. «Механические характеристики: предел прочности на растяжение до 735 МПа, твердость от 250 до 290 единиц по шкале Бринелля» [20]. Исходя из представленных характеристик, данный материал следует признать технологичным, так как он обеспечивает приемлемые показатели обрабатываемости резанием и хорошо поддается различным видам термической обработки.

Далее произведем оценку конструкции детали на технологичность. В целом конструкция технологична, так как она сформирована стандартными элементами, такими как шлицы, цилиндрические шейки, фаски, канавки, галтели. При этом все эти элементы имеют стандартизированные размеры, а также шероховатость и точность, типичные для деталей данного класса. Единственным элементом конструкции детали, который следует признать не технологичным, является внутренняя полость сложной формы. Изменение конструкции в данном случае невозможно вследствие особенностей служебного назначения детали.

Оценка технологичности заготовки детали основана, прежде всего, на свойствах материала и объеме производства. В данном случае наилучшим вариантом будет применение методов пластического деформирования [2]. С точки зрения технологичности «получения заготовки наиболее приемлемыми методами будут штамповка на горизонтально-ковочной машине и штамповки на кривошипном горячештамповочном прессе» [2]. Следовательно, заготовку детали можно признать технологичной, так как она обеспечивает требуемую точность и высокую производительность процесса.

Ключевым этапом оценки технологичности детали является оценка ее на технологичность механической обработки. Рассматриваемая деталь может быть признана технологичной по данному критерию. Это объясняется отсутствием необходимости применения специальных методов обработки для получения заданной формы, шероховатости и точности поверхностей. Все параметры точности и шероховатости поверхностей, а также их форма могут быть обеспечены стандартными режущими инструментами. Вся механическая обработка может быть осуществлена на универсальном технологическом оборудовании. Исключение составляют шлицы, для получения которых потребуется специализированное оборудование и средства технологического оснащения. Однако, это нельзя признать нетехнологичным, так как такое решение является типовым для таких поверхностей.

Из проведенного анализа можно сделать вывод, что деталь отвечает всем основным требованиям технологичности. Нетехнологичным элементом детали является ее внутренняя полость.

1.3 Анализ параметров типа производства

Для проведения анализа параметров типа производства сначала необходимо его определить. «Исходя из имеющихся данных, применима упрощенная методика определения типа производства» [13]. «Согласно ей, при массе детали 4,6 кг и годовой программе выпуска в 5000 штук в год тип производства среднесерийный» [13].

«Приведем основные характеристики данного типа производства» [13].

Форма организации не поточная периодически повторяющимися партиями на специализированных рабочих местах.

Оборудование размещается по группам, что облегчает организацию работы производственных участков. Передача заготовок производится в таре механизированным способом.

При проектировании технологии изготовления необходимо придерживаться последовательной стратегии с использованием типовых технологических процессов.

Заготовки по форме должны быть максимально приближены к форме готовой детали с минимальными напусками и припусками на обработку.

Технологические операции следует проектировать с максимальной концентрацией переходов и последовательной обработкой. В экономически обоснованных случаях допускается применение параллельной обработки.

Базирование деталей следует выполнять на основе типовых схем, что позволит применить для их реализации стандартную технологическую оснастку.

Определение припусков на обработку следует производить расчетно-аналитическим методом для поверхностей с точностью выше 8 качества и статистическим для остальных. Это позволит ускорить процесс проектирования при сохранении требуемой точности расчетов.

Точность обработки достигается путем применения методов статической настройки, настройки по пробным заготовкам с помощью рабочего калибра и настройки с помощью универсального мерительного инструмента по пробным заготовкам, в зависимости от типа оборудования и требуемой точности обработки.

Также следует учесть современные тенденции развития среднесерийного производства. Прежде всего, это применение станков с числовым программным управлением. Применение данного оборудования позволяет создавать гибкие производственные ячейки с высоким уровнем автоматизации и гибкости производства.

1.4 Постановка задач работы

На основе полученных данных формулируем задачи работы:

- спроектировать заготовку, разработать план изготовления, выбрать

- технические средства оснащения, выбрать режимы резания и определить нормы времени на выполнение операций;
- спроектировать станочное приспособление с механизированным приводом закрепления и режущий инструмент улучшенной конструкции;
 - «оценить технологический процесс на безопасность и экологичность с учетом применения специальных технических средств оснащения, вносимых в базовую технологию» [10];
 - оценить технологического процесса на безопасность и экологичность выполнена с учетом изменений от применения специальных технических средств оснащения, вносимые в базовую технологию;
 - произвести экономическую оценку предлагаемого варианта технологического процесса.

В первом разделе рассмотрены исходные данные, к которым относятся назначение и условия работы детали, оценка технологичности детали, анализ параметров типа производства. По результатам анализа исходных данных выполнена постановка задач работы.

2 Технологическая часть

2.1 Проектирование заготовки

От правильности выбора заготовки зависит в конечном итоге стоимость готовой детали. Полное сравнение различных методов получения заготовки предполагает полную разработку технологии изготовления детали по сравниваемым вариантам. Такой подход требует больших временных затрат, что в среднесерийном типе производства недопустимо. Поэтому применяется предварительный эмпирический анализ возможных методов получения заготовки [10]. В соответствии с данным подходом часть заведомо неэффективных вариантов отбрасывается, и остаются только наиболее подходящие варианты. «В данном случае это методы штамповки на горизонтально-ковочной машине и штамповки на кривошипном горячештамповочном прессе» [2]. «Выполним сравнение данных вариантов заготовок» [2].

«Суммарные затраты на изготовление детали по сравниваемым методам получения заготовок:

$$C_i = C_{zi} + C_{обри}, \quad (1)$$

где C_{zi} – затраты на получение заготовки, руб.;

$C_{обри}$ – затраты на механическую обработку, руб.;

i – индекс варианта получения заготовки» [2].

«Затраты на получение заготовки рассчитывается по формуле:

$$C_{zi} = \frac{C_{mi} \cdot M_{zi}}{1000} \cdot K_{сп} \cdot K_T \cdot K_{сл}, \quad (2)$$

где C_{mi} – стоимость материала за тонну, руб.;

M_{zi} – масса заготовки, кг;

$K_{сп}$ – коэффициент способа получения заготовки;
 $K_{т}$ – коэффициент точности получения заготовки;
 $K_{сл}$ – коэффициент сложности получения заготовки» [2].

«Масса заготовки определяется по формуле:

$$M_{зи} = M_{д} \cdot K_p, \quad (3)$$

где $M_{д}$ – масса детали, кг;

K_p – коэффициент формы заготовки и способа ее получения» [2].

«Индекс метода получения заготовки принимаем 1 для заготовки, полученной на горизонтально-ковочной машине, 2 для заготовки, полученной на кривошипном горячештамповочном прессе» [2].

$$M_{з1} = 4,6 \cdot 1,5 = 6,9 \text{ кг.}$$

$$M_{з2} = 4,6 \cdot 1,6 = 7,36 \text{ кг.}$$

«Рассчитываем затраты на получение заготовки.

$$C_{з1} = \frac{30000 \cdot 6,9}{1000} \cdot 1,2 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 223,56 \text{ р.}$$

$$C_{з2} = \frac{30000 \cdot 7,36}{1000} \cdot 1,3 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 258,34 \text{ р.} \text{» [2]}$$

«Затраты на механическую обработку:

$$C_{обрi} = \frac{C_{уд} \cdot \left(\frac{1}{K_{имi}} - 1\right) \cdot M_{д}}{K_о}, \quad (4)$$

где $C_{уд}$ – удельная стоимость снятия стружки, руб./кг;

$K_{имi}$ – коэффициент использования материала;

$K_о$ – коэффициент обрабатываемости материала» [2].

«Коэффициент использования материала:

$$K_{имi} = \frac{M_{д}}{M_з}. \quad (5) \text{» [2]}$$

«Выполняем расчеты.

$$K_{\text{им1}} = \frac{4,6}{6,9} = 0,67.$$

$$K_{\text{им2}} = \frac{4,6}{7,36} = 0,63» [2].$$

«Затраты на механическую обработку.

$$C_{\text{обр1}} = \frac{40 \cdot \left(\frac{1}{0,67} - 1\right) \cdot 4,6}{0,85} = 106,62 \text{ р.}$$

$$C_{\text{обр2}} = \frac{40 \cdot \left(\frac{1}{0,63} - 1\right) \cdot 4,6}{0,85} = 127,14 \text{ р.}» [2].$$

«Суммарные затраты на изготовление детали по сравниваемым методам получения заготовок составят.

$$C_1 = 223,56 + 106,62 = 330,18 \text{ р.}$$

$$C_2 = 258,34 + 127,14 = 385,48 \text{ р.}» [2]$$

«Из расчетов следует, что метод получения заготовки на горизонтально-ковочной машине более эффективен. Следовательно, принимаем его для дальнейшего проектирования» [2].

Маршрут обработки определяется характеристиками обрабатываемой поверхности и маркой материала, из которого изготавливается деталь. В большинстве случаев имеется несколько вариантов комбинаций различных методов обработки. Часть из них технически нереализуемы в конкретных производственных условиях в связи с отсутствием необходимого оборудования и средств технологического оснащения и поэтому не рассматриваются. Выбор из оставшихся вариантов маршрутов обработки поверхностей производится по методике [18], которая подразумевает выбор варианта маршрута, обеспечивающего минимальное значение суммарных удельных затрат. Для составления маршрутов обработки поверхностей каждой поверхности присвоим свой уникальный код (рисунок 1).

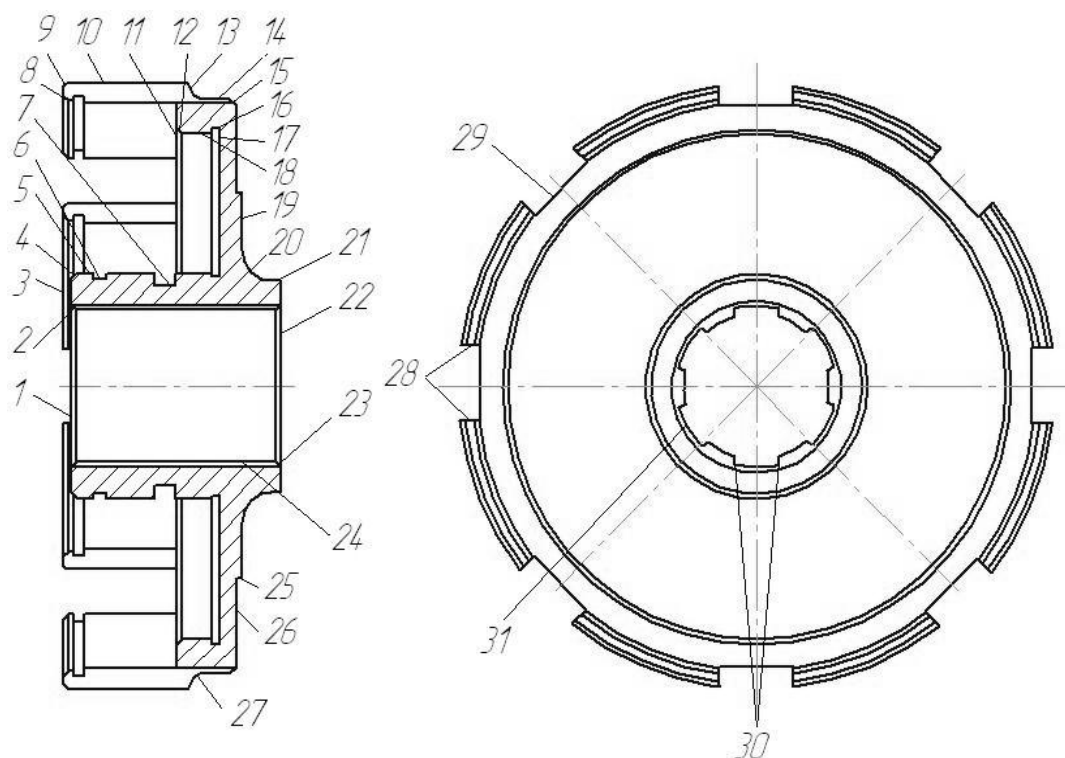


Рисунок 1 – Кодирование поверхностей

Результаты выбора маршрутов обработки представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Маршруты обработки

Поверхности	Точность	Шероховатость, мкм	Маршрут обработки
1	12	6,3	«точение черновое, точение чистовое, термическая обработка» [18]
2, 3, 4, 10, 11, 13, 14, 15, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27	12	12,5	«точение черновое, термическая обработка» [18]
5, 18	8	1,6	«точение черновое, точение чистовое, термическая обработка, шлифование черновое, шлифование чистовое» [18]
6, 8, 9, 12, 16, 17	12	12,5	«точение чистовое, термическая обработка» [18]
7	8	3,2	«точение черновое, точение чистовое, термическая обработка, шлифование черновое» [18]
22	12	2,5	«точение черновое, точение чистовое, термическая обработка, шлифование черновое» [18]

Продолжение таблицы 1

Поверхности	Точность	Шероховатость, мкм	Маршрут обработки
28, 29	12	12,5	«фрезерование, термическая обработка» [18]
30	8	3,2	«протягивание, термическая обработка» [18]
31	10	6,3	«протягивание, термическая обработка» [18]

«Расчет припусков расчетно-аналитическим методом необходимо произвести для подшипниковых шеек диаметром $80f8_{(-0,076)}^{-0,003}$ мм» [16].

«В ходе расчетов принимаем обозначение индекса i для текущего перехода, $i - 1$ для предыдущего перехода» [16].

«Определение минимального припуска:

$$z_{i \min} = a_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}, \quad (6)$$

где a_{i-1} – величина дефектного слоя, мм;

Δ_{i-1} – величина пространственных отклонений поверхностей, мм;

ε_i – величина погрешности установки заготовки, мм» [16].

«Определение максимального припуска:

$$z_{i \max} = z_{i \min} + 0,5 \cdot (Td_{i-1} + Td_i), \quad (7)$$

где Td_i – допуск размера на текущем переходе, мм;

Td_{i-1} – допуск размера на предыдущем переходе, мм» [16].

«Определение среднего припуска выполняется по формуле:

$$z_{\text{ср}i} = 0,5 \cdot (z_{i \max} + z_{i \min}). \quad (8) \gg [16]$$

«Выполняем расчеты припусков для каждого перехода.

$$z_{1min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,300 + \sqrt{0,800^2 + 0,025^2} = 0,815 \text{ мм.}$$

$$z_{2min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,200 + \sqrt{0,088^2 + 0,025^2} = 0,091 \text{ мм.}$$

$$z_{3min} = a_{T0} + \sqrt{\Delta_{T0}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,025 + \sqrt{0,050^2 + 0,012^2} = 0,301 \text{ мм.}$$

$$z_{1max} = z_{1min} + 0,5 \cdot (Td_0 + Td_1) = 0,815 + 0,5 \cdot (1,2 + 0,3) = 1,565 \text{ мм.}$$

$$z_{2max} = z_{2min} + 0,5 \cdot (Td_1 + Td_2) = 0,091 + 0,5 \cdot (0,30 + 0,12) = 0,443 \text{ мм.}$$

$$z_{3max} = z_{3min} + 0,5 \cdot (Td_{T0} + Td_3) = 0,301 + 0,5 \cdot (0,20 + 0,046) = 0,424 \text{ мм.}$$

$$z_{cp1} = 0,5 \cdot (z_{1max} + z_{1min}) = 0,5 \cdot (1,565 + 0,815) = 0,976 \text{ мм.}$$

$$z_{cp2} = 0,5 \cdot (z_{2max} + z_{2min}) = 0,5 \cdot (0,301 + 0,091) = 0,196 \text{ мм.}$$

$$z_{cp3} = 0,5 \cdot (z_{3max} + z_{3min}) = 0,5 \cdot (0,424 + 0,301) = 0,363 \text{ мм} \gg [16].$$

«Определение минимального диаметра:

$$d_{(i-1)min} = d_{imin} + 2 \cdot z_{imin}. \quad (9) \gg [16]$$

«Определение минимального диаметра на переходе предшествующем термической обработке:

$$d_{(T0-1)min} = d_{(i-1)min} \cdot 0,999. \quad (10) \gg [16]$$

«Определение максимального диаметра выполняется по формуле:

$$d_{(i-1)max} = d_{(i-1)min} + Td_{i-1}. \quad (11) \gg [16]$$

«Определение среднего диаметра выполняется по формуле:

$$d_{i\text{cp}} = 0,5 \cdot (d_{imax} + d_{imin}). \quad (12) \gg [16]$$

«Выполняем расчеты операционных размеров для каждого перехода.

$$d_{3min} = 79,924 \text{ мм.}$$

$$d_{3max} = 79,997 \text{ мм.}$$

$$d_{3cp} = 0,5 \cdot (d_{3max} + d_{3min}) = 0,5 \cdot (79,997 + 79,924) = 79,9605 \text{ мм.}$$

$$d_{то min} = d_{3min} + 2 \cdot z_{3min} = 79,924 + 2 \cdot 0,301 = 80,526 \text{ мм.}$$

$$d_{то max} = d_{то min} + Td_{то} = 80,526 + 0,200 = 80,726 \text{ мм.}$$

$$d_{то cp} = 0,5 \cdot (d_{то max} + d_{то min}) = 0,5(80,726 + 80,526) = 80,626 \text{ мм.}$$

$$d_{2min} = d_{то min} \cdot 0,999 = 80,526 \cdot 0,999 = 80,445 \text{ мм.}$$

$$d_{2max} = d_{2min} + Td_2 = 80,445 + 0,120 = 80,565 \text{ мм.}$$

$$d_{2cp} = 0,5 \cdot (d_{2max} + d_{2min}) = 0,5 \cdot (80,565 + 80,445) = 80,505 \text{ мм}$$

$$d_{1min} = d_{2min} + 2 \cdot z_{2min} = 80,445 + 2 \cdot 0,091 = 80,627 \text{ мм.}$$

$$d_{1max} = d_{1min} + Td_1 = 80,627 + 0,300 = 80,927 \text{ мм.}$$

$$d_{1cp} = 0,5 \cdot (d_{1max} + d_{1min}) = 0,5 \cdot (80,927 + 80,627) = 80,777 \text{ мм.}$$

$$d_{0min} = d_{1min} + 2 \cdot z_{1min} = 80,627 + 2 \cdot 0,601 = 81,829 \text{ мм.}$$

$$d_{0max} = d_{0min} + Td_0 = 81,829 + 1,200 = 83,029 \text{ мм.}$$

$$d_{0cp} = 0,5(d_{0max} + d_{0min}) = 0,5(83,029 + 81,829) = 82,429 \text{ мм} \gg [16].$$

«Определение общего минимального припуска:

$$2z_{min} = d_{0min} - d_{3max}. \quad (13) \gg [16]$$

«Определение общего максимального припуска:

$$2z_{max} = 2z_{min} + Td_0 + Td_3. \quad (14) \gg [16]$$

«Определение общего среднего припуска:

$$2z_{cp} = 0,5 \cdot (2z_{min} + 2z_{max}). \quad (15) \gg [16]$$

«Выполняем расчеты общих припусков.

$$2z_{min} = 82,110 - 79,997 = 2,113 \text{ мм.}$$

$$2z_{max} = 2,113 + 1,200 + 0,019 = 3,332 \text{ мм.}$$

$$2z_{cp} = 0,5 \cdot (2,113 + 3,332) = 2,723 \text{ мм} \gg [16].$$

«Результаты определения припусков на остальные поверхности в соответствии со статистическим методом» [19] приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты определения припусков

Номера поверхностей	Номер перехода	Минимальный припуск, мм	Максимальный припуск, мм	Средний припуск, мм
12	1	1,9	3,55	2,725
	2	1,1	1,35	1,23
5	1	2,3	1,78	2,04
	2	0,3	0,545	0,423
	3	0,2	0,299	0,25
	4	0,06	0,1	0,08
18	1	2,8	5,03	3,915
	2	0,3	0,623	0,462
	3	0,17	0,299	0,235
	4	0,06	0,111	0,086
22	1	1,9	3,675	2,788
	2	1,1	1,345	1,223
	3	0,4	0,499	0,45

Определяем напуски, обеспечивающие формирование контура заготовки. Для этого необходимо определить характеристики заготовки [6]:

- «группа стали, в зависимости от содержания углерода и минеральных элементов М2,
- степень сложности заготовки С3,
- исходный индекс И15,
- штамповочные уклоны 7° наружные и 5° внутренние,
- радиус закругления 2,5 мм,
- допустимые значения остаточного облоя не более 0,9 мм,
- concentricity поверхностей до 0,8 мм,
- плоскостность торцовых поверхностей 0,5 мм,
- смещение по поверхности разъема штампа 0,6 мм» [6].

Допуски на размеры заготовки определены по исходному индексу и представлены на чертеже графической части работы.

2.2 Разработка плана изготовления

План изготовления детали – это графический документ, отражающий основные особенности проектируемого технологического процесса [15].

В ходе анализа типа производства было установлено, что при проектировании маршрута изготовления с целью повышения качества проектирования необходимо использовать типовые технологические процессы [8], [21]. Технологические операции следует проектировать с максимальной концентрацией переходов и последовательной обработкой. В экономически обоснованных случаях допускается применение параллельной обработки. Результаты разработки маршрута изготовления детали представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Маршрут изготовления детали

Операция	Метод обработки	Обрабатываемые поверхности
005 Токарная	точение	13, 14, 15, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27
010 Токарная	точение	1, 2, 3, 5, 7, 10, 11, 17, 18, 32
015 Протяжная	протягивание	30, 31
020 Токарная	точение	22
025 Токарная	точение	1, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 16, 17, 18
030 Фрезерная	фрезерование	28, 29
035 Термическая	закалка, отпуск	все
040 Внутришлифовальная	шлифование	22
045 Внутришлифовальная	шлифование	5
050 Внутришлифовальная	шлифование	18
055 Внутришлифовальная	шлифование	7
060 Внутришлифовальная	шлифование	5
065 Внутришлифовальная	шлифование	18
070 Моечная	мойка	все
075 Контрольная	контроль	все

«Разработку схем базирования деталей следует выполнять на основе типовых схем базирования» [21], что позволит применить для их реализации

стандартную технологическую оснастку. При разработке схем базирования также следует учитывать метод простановки операционных размеров, который зависит от метода достижения точности. В ходе анализа характеристик типа производства установлено, что точность обработки достигается путем применения методов статической настройки, настройки по пробным заготовкам с помощью рабочего калибра и настройки с помощью универсального мерительного инструмента по пробным заготовкам, в зависимости от типа оборудования и требуемой точности обработки.

Технические требования на выполнение операций, такие как операционные допуски и отклонения, а также шероховатость обработанной поверхности принимаются согласно статистическим данным [15].

«Результаты проектирования приведены на листе графической части и в приложении А «Технологическая документация»» [10].

2.3 Технические средства оснащения

Технические средства оснащения выбираются в зависимости от типа производства, формы и характеристик обрабатываемых поверхностей, габаритных размеров обрабатываемой заготовки, материала заготовки, требуемого метода обработки, а также экономических показателей. Выбор технических средств требует тщательного анализа конкретных производственных условий.

Из анализа типа производства следует, что предпочтительно применение универсальных средств технологического оснащения и оборудования. Допускается применение специализированных, а в исключительных случаях специальных, средств технологического оснащения и оборудования, но такое решение принимается только на основе тщательного экономического анализа.

Также следует учесть современные тенденции развития среднесерийного производства. Прежде всего, это применение станков с

числовым программным управлением. Применение данного оборудования приводит к необходимости применения технологической оснастки с высоким уровнем механизации и автоматизации всех процессов, а также режущего инструмента повышенной точности и стойкости. Кроме того, в состав технических средств необходимо включить вспомогательную оснастку, которая позволит производить замену режущего инструмента без остановки оборудования, а также настройку инструмента вне станка. Применение таких средств технического оснащения потребует значительных затрат на их приобретение и эксплуатацию, но при этом позволит увеличить гибкость и производительность производства, а также снизить количество высококвалифицированного персонала.

«Конкретные модели, марки и характеристики технических средств выбираем по данным литературы [3], [7], [9], [14]. Результаты выбора представлены в таблице 4» [10].

Таблица 4 – Средства технического оснащения

Операция	Станки	Станочные приспособления	Режущие инструменты	Контрольные средства
005 Токарная	«токарно-винторезный 16К20Ф3» [3]	«патрон трехлапчатый ГОСТ 24351-80» [9]	«резец контурный ГОСТ 18879-73 Т5К10, резец расточной специальный Т30К4» [7]	«штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-89, нутромер НМ-100 ГОСТ 10-88» [14]
010 Токарная	«токарно-винторезный 16К20Ф3» [3]	«оправка цанговая специальная» [9]	«резец контурный ГОСТ 18879-73 Т5К10, резец расточной специальный, резец расточной канавочный ГОСТ 18879-73 Т30К4» [7]	«штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-89, нутромер НМ-100 ГОСТ 10-88» [14]
015 Протяжная	«протяжной 7Б65» [3]	«опора шаровая специальная» [9]	«протяжка шлицевая ГОСТ 25969-83 Р9» [7]	«калибр» [14]
020 Токарная	«токарный 16Д20» [3]	«оправка цанговая» [9]	«резец контурный Т30К4» [7]	«штангенциркуль ШЦ-1» [14]

Продолжение таблицы 4

Операция	Станки	Станочные приспособления	Режущие инструменты	Контрольные средства
005 Токарная	«токарно-винторезный 16К20Ф3» [3]	«патрон трехкулачковый ГОСТ 24351-80» [9]	«резец контурный ГОСТ 18879-73 Т5К10, резец расточной специальный Т30К4» [7]	«штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-89, нутромер НМ-100 ГОСТ 10-88» [14]
010 Токарная	«токарно-винторезный 16К20Ф3» [3]	«оправка цанговая специальная» [9]	«резец контурный ГОСТ 18879-73 Т5К10, резец расточной специальный, резец расточной канавочный ГОСТ 18879-73 Т30К4» [7]	«штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-89, нутромер НМ-100 ГОСТ 10-88» [14]
015 Протяжная	«протяжной 7Б65» [3]	«опора шаровая специальная» [9]	«протяжка шлицевая ГОСТ 25969-83 Р9	«калибр» [14]
020 Токарная	«токарно-винторезный 16Д20» [3]	«оправка цанговая специальная» [9]	резец контурный ГОСТ 18879-73 Т30К4» [7]	«штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-89» [14]
025 Токарная	«токарно-винторезный 16К20Ф3» [3]	«оправка цанговая специальная» [9]	«резец контурный ГОСТ 18879-73, резец расточной специальный, резец расточной канавочный ГОСТ 18879-73 Т30К4» [7]	«микрометр МК-200 ГОСТ 6507-90, нутромер НМ-150 ГОСТ 10-88» [14]
030 Фрезерная	«горизонтально-фрезерный 6Р82Г» [3]	«оправка шлицевая» [9]	«фреза дисковая трехсторонняя Ø80 ГОСТ 3755-78 Р6М5» [7]	«калибры» [14]
035 Термическая	«печь термическая» [3]	–	–	–
040 Внутришлифовальная	«внутришлифовальный 3К227В» [3]	«патрон цанговый ГОСТ 2877-80» [9]	«круг шлифовальный 6 80x40x13 24А80К7V» [7]	«скоба рычажная СР ГОСТ 11098-75» [14]
045 Внутришлифовальная	«внутришлифовальный 3К227В» [3]	«оправка шлицевая» [9]	«круг шлифовальный 1 32x60x13 24А46К7V» [7]	«скоба рычажная СР ГОСТ 11098-75» [14]

Продолжение таблицы 4

Операция	Станки	Станочные приспособления	Режущие инструменты	Контрольные средства
050 Внутришлифовальная	«внутришлифовальный 3К227В» [3]	«оправка шлицевая» [9]	«круг шлифовальный 1 32х60х13 24А46К7V» [7]	«калибр» [14]
055 Внутришлифовальная	«внутришлифовальный 3К227В» [3]	«оправка шлицевая» [9]	«круг шлифовальный 1 32х60х13 24А46К7V» [7]	«калибр» [14]
060 Внутришлифовальная	«внутришлифовальный 3К227В» [3]	«оправка шлицевая» [9]	«круг шлифовальный 6 32х60х13 23А60К5V» [7]	«скоба рычажная СР ГОСТ 11098-75» [14]
065 Внутришлифовальная	«внутришлифовальный 3К227В» [3]	«оправка шлицевая» [9]	«круг шлифовальный 6 32х60х13 23А60К5V» [7]	«скоба рычажная СР ГОСТ 11098-75» [14]
070 Моечная	«машина моечная» [3]	–	–	–
075 Контрольная	«контрольный стол» [3]	–	–	«средства контроля в соответствии с картой контроля» [14]

Технические средства, приведенные в таблице 4, позволяют реализовать спроектированный ранее технологический процесс и обеспечивают необходимые показатели его эффективности. Применение станков с числовым управлением позволит увеличить производительность производства, а также снизить количество высококвалифицированного персонала.

2.4 Определение режимов резания и нормирование

«Под режимами резания понимаются следующие параметры операции:

- подача инструмента,
- скорость резания,

– частота вращения шпинделя» [17].

Для их определения используем методику [17].

«Для определения скорости резания используется формула:

$$V = \frac{C_V \cdot K_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y}, \quad (16)$$

где C_V – постоянная определяемая видом обработки;

K_V – коэффициент, учитывающий фактические условия обработки;

T – период стойкости инструмента, мин;

t – глубина резания, мм.;

S – подача, мм/об;

m, x, y – показатели степеней, учитывающие условия резания» [17].

«Далее определяется частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}, \quad (17)$$

где d – диаметр обработки, мм» [17].

«Затем определяется фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}. \quad (18)» [17]$$

«Определение основного времени:

$$t_o = \sum t_{oi}, \quad (19)$$

где t_{oi} – основное время выполнения перехода обработки поверхности, мин» [17].

«Основное время выполнения перехода обработки поверхности:

$$t_0 = \frac{(L+l) \cdot i}{S \cdot n}, \quad (20)$$

где L – длина обрабатываемой поверхности, мм.;

l – длина перебега и врезания, мм.;

i – количество рабочих ходов» [17].

«Определение вспомогательного времени:

$$t_B = t_{c,y} + t_{м.в}, \quad (21)$$

где $t_{c,y}$ – время на установку и снятие заготовки, мин.;

$t_{м.в}$ – машинно-вспомогательное время, мин» [17].

«Определение времени на обслуживание, и личные потребности:

$$t_{обс} + t_{п} = 0,1 \cdot t_{оп}, \quad (22)$$

где $t_{оп}$ – оперативное время, мин» [17].

«Оперативное время:

$$t_{оп} = t_0 + t_B. \quad (23)» [17]$$

«Определение штучного времени:

$$T_{шт} = t_0 + t_B + t_{обс} + t_{п}. \quad (24)» [17]$$

«Штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = T_{шт} + \frac{T_{п-з}}{n_3}, \quad (25)$$

где $T_{шт}$ – штучное время выполнения операции, мин.;

$T_{п-з}$ – подготовительно-заключительное время выполнения операции, мин.;

n_3 – размер партии деталей, шт.» [17]

«Результаты расчетов представлены в таблице 5» [10].

Таблица 5 – Режимы резания и нормирование технологических операций

Операция	Переход	Подача, мм/об	Скорость резания, м/мин	Частота вращения, об/мин	Основное время, мин	Штучно-калькуляционное время, мин
005	1	0,45	122	160	1,3	2,1
	2	0,45	140	500	0,14	
010	1	0,45	122	160	2,7	3,72
	2	0,45	114	160		
	3	0,45	140	500		
	4	0,05	126	500		
015	1	–	3,5	–	0,78	1,34
020	1	0,3	210	500	0,43	1,39
025	1	0,3	210	500	1,87	2,76
	2	0,05	130	500		
	3	0,05	128	500		
	4	0,05	126	500		
	5	0,05	121	500		
030	1	0,06	50	200	4,05	5,1
040	1	0,017	35	120	1,3	2,1
045	1	0,021	35	120	1,23	2,25
050	1	0,003	35	120	1,12	2,21
055	1	0,002	35	120	1,25	2,37
060	1	0,011	35	120	1,18	2,21
065	1	0,001	35	120	0,98	2,01

Анализируя результаты нормирования технологических операций, приходим к выводу, что лимитирующей операцией спроектированного технологического процесса является 010 операция. Причина этого заключается в большом вспомогательном времени и низкой производительности обработки. В дальнейшем следует устранить данные недостатки.

Во втором разделе приведены: решение задач проектирования заготовки, разработки плана изготовления, выбора технических средств оснащения, выбора режимов резания и определения норм времени на выполнение операций технологического процесса.

3 Разработка специальных технических средств оснащения

3.1 Разработка цанговой оправки

Анализируя результаты нормирования технологических операций, приходим к выводу, что лимитирующей операцией спроектированного технологического процесса является 010 операция, эскиз которой приведен на рисунке 2. В качестве одной из причин установлено большое вспомогательное время, что объясняется отсутствием стандартного приспособления способного реализовать схему базирования и обеспечить при этом быстрый процесс закрепления.

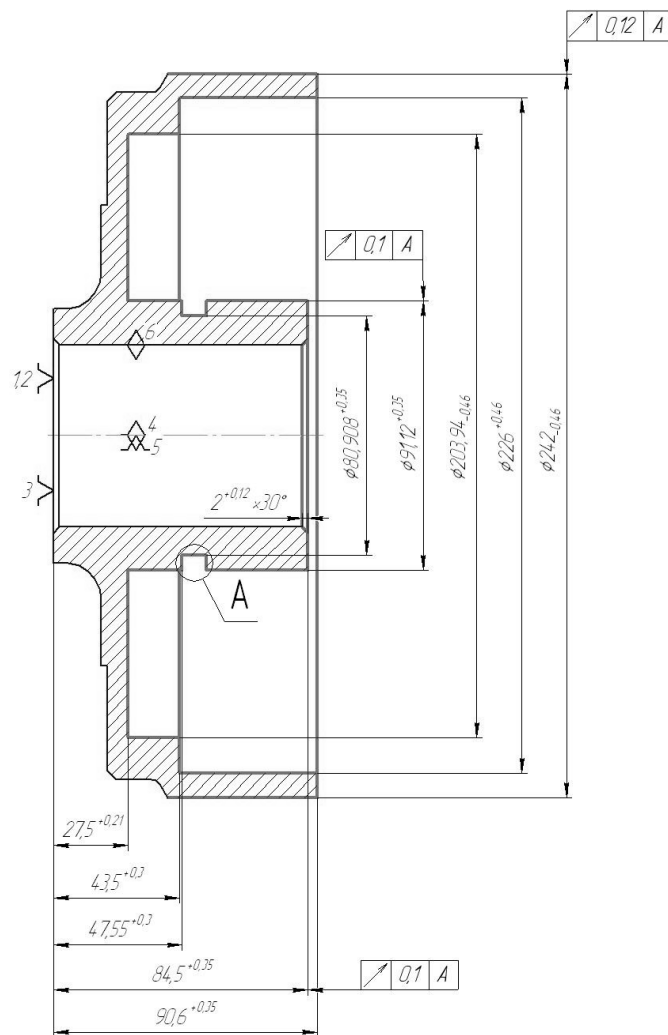


Рисунок 2 – Эскиз токарной операции

«В данном случае на усилие закрепления оказывает влияние только составляющая силы резания P_Z » [4], так как составляющая силы резания P_Y направлена в сторону базовой поверхности и осуществляет ее прижим к установочным элементам тем самым, по сути, участвуя в процессе закрепления. Следовательно, усилие закрепление должно удерживать заготовку в процессе обработки от воздействия момента, возникающего под действием силы резания P_Z . «Данный момент может быть рассчитан по формуле:

$$M_{P_Z} = P_Z \cdot \frac{d_0}{2}, \quad (26)$$

где d_0 – диаметр обрабатываемой поверхности, мм» [4].

«Из уравнения равновесия моментов определяем силу закрепления:

$$W = \frac{P_Z \cdot d_0}{3 \cdot f \cdot d_3} \cdot K, \quad (27)$$

где K – коэффициент запаса, учитывающий особенности выполнения операции» [4].

«Коэффициент запаса определяется из выражения:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5, \quad (28)$$

где: K_0 – гарантированный коэффициент запаса;

K_1 – коэффициент, характеризующий состояние обрабатываемой поверхности;

K_2 – коэффициент, характеризующий увеличение сил резания при затуплении режущего инструмента;

K_3 – коэффициент, характеризующий прерывистость процесса резания;

K_4 – коэффициент, характеризующий стабильность усилия

зажима;

K_5 – коэффициент, характеризующий эргономические показатели привода» [4].

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,15 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 2,07.$$

«Коэффициента запаса менее 2,5, следовательно, необходимо его принять равным 2,5» [4].

«Рассчитываем значение силы закрепления:

$$W = \frac{2390 \cdot 242}{3 \cdot 0,2 \cdot 59} \cdot 2,5 = 40846 \text{ Н} \text{ [4].}$$

Рассчитанную силу закрепления обеспечивает цанговый зажимной механизм, «усилие на котором определяется выражением:

$$Q = Q_1 + Q_2, \quad (29)$$

где Q_1 – сила в осевом направлении, которую необходимо приложить для обеспечения касания цанги с заготовкой, Н;

Q_2 – сила закрепления заготовки, Н» [4].

«Сила в осевом направлении, которую необходимо приложить для обеспечения касания цанги с заготовкой:

$$Q_1 = R \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi), \quad (30)$$

где R – сила сжатия лепестков цанги, Н;

α – угол конуса цанги, град;

φ – угол трения цанги, град» [4].

«Сила сжатия лепестков цанги:

$$R = \frac{3E \cdot J \cdot f \cdot z}{l}, \quad (31)$$

где E – модуль упругости, МПа;

J – момент инерции, мм;
 f – радиальный зазор, мм;
 z – число лепестков цанги;
 l – длина лепестка цанги, мм» [4].

«Момент инерции:

$$J = \frac{D^3 \cdot h}{8} \cdot \left(\alpha_1 + \sin \alpha_1 \cdot \cos \alpha_1 - \frac{2 \cdot \sin^2 \alpha_1}{\alpha_1} \right), \quad (32)$$

где D – наружный диаметр лепестков, мм;

h – толщина лепестков, мм;

α_1 – угол конуса цанги, град» [4].

Выполняем расчеты.

$$J = \frac{61^3 \cdot 3}{8} \cdot \left(0,26 + \sin 15 \cdot \cos 15 - \frac{2 \cdot \sin^2 15}{0,26} \right) = 2,8 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

$$R = \frac{3 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 1,8 \cdot 0,2 \cdot 3}{30} = 7801 \text{ Н.}$$

$$Q_1 = 7801 \cdot \text{tg}(15 + 6,59) = 3088 \text{ Н.}$$

«Сила закрепления заготовки:

$$Q_2 = W \cdot \text{tg}(\alpha + \varphi), \quad (33)$$

где α – угол конуса цанги, град;

φ – угол конуса цанги, град» [4].

Выполняем расчеты.

$$Q_2 = 40846 \cdot \text{tg}(15 + 6,59) = 16164 \text{ Н.}$$

$$Q = 3088 + 16164 = 19252 \text{ Н.}$$

«Данное усилие развивает гидравлический цилиндр диаметр которого определяется уравнением:

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{Q}{P}}, \quad (34)$$

где d – диаметр штока поршня, мм;

P – давление в гидросистеме, МПа» [4].

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{19252}{2,5}} = 87,75 \text{ мм.}$$

«Для расчета приспособления на точность используется формула:

$$\varepsilon_y = \frac{\omega \cdot A_{\Delta}}{2} = \frac{1}{2} \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2}, \quad (35)$$

где Δ_1 – погрешность из-за неперпендикулярности штока и тяги, мм;

Δ_2 – погрешность колебания зазора между тягой и цангой, мм;

Δ_3 – погрешность колебания зазора между тягой и втулкой, мм» [4].

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{0,05^2 + 0,045^2 + 0,016^2} = 0,024 \text{ мм.}$$

«Допустимая погрешность установки:

$$\varepsilon_y^{\text{доп}} = 0,3 \cdot Td, \quad (36)$$

где Td – допуск на выполняемый размер, мм» [4].

$$\varepsilon_y^{\text{доп}} = 0,3 \cdot 0,35 = 0,105 \text{ мм.}$$

Делаем вывод о том, что точность приспособления соответствует требуемой.

Приспособление состоит из корпуса, в котором установлен гидравлический привод, обеспечивающий работу цангового зажимного механизма. Также в корпусе установлена опора, которая обеспечивает базирование в осевом направлении обрабатываемой заготовки. Цанговый зажимной механизм обеспечивает центрирование и закрепление заготовки.

«Более подробно конструкция приспособления приведена в графической части работы и в приложении Б «Спецификации к сборочным чертежам»» [10].

3.2 Разработка токарного резца

Анализируя результаты нормирования технологических операций, приходим к выводу, что лимитирующей операцией спроектированного технологического процесса является 010 операция. Одна из причин этого заключается в низкой производительности обработки. Увеличение режимов резания приводит к появлению сливной стружки, что негативно сказывается на качестве обработки, стойкости режущего инструмента и безопасности выполнения операции. Конструктивным решением данной проблемы является применение накладного стружколома, располагаемого на режущей пластине. «Проектирование резца, производим по методике и справочным данным» [1].

«Конструктивные параметры резца определяются исходя из площади сечения срезаемого слоя:

$$F = t \cdot S, \quad (37)$$

где t – глубина резания, мм;

S – подача, мм/об» [1].

$$F = 0,805 \cdot 0,1 = 0,08 \text{ мм}^2.$$

«Полученному значению сечения стружки соответствует державка с сечением державки 20 мм, рабочей высотой 25 мм, максимальной длиной 170 мм, максимальным диаметром описанной окружности режущей пластины 12,7 мм» [1].

Материал режущей пластины и геометрию режущей части оставляем без изменений. Крепление режущей пластины к державке осуществим при

помощи хорошо зарекомендовавшего себя способа крепления Г-образным прихватом, приводимым в движение винтом.

«При такой конструкции системы крепления элементом, несущим наибольшую силовую нагрузку является винт. Рассчитаем его минимально допустимый диаметр:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot \sigma_d}}, \quad (38)$$

где Q_1 – сила, действующая на винт при работе инструмента, Н;

σ_d – допустимое материалом винта напряжение, МПа» [1].

$$\ll Q_1 = \frac{P_{Zmax}}{0,7}, \quad (39)$$

где P_{Zmax} – максимальное значение главной составляющей силы резания, Н» [1].

«Выполняем расчеты.

$$Q_1 = \frac{2390}{0,7} = 3415 \text{ Н.}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 3415}{\pi \cdot 650}} = 2,58 \text{ мм} \gg [1].$$

«Более подробно конструкция резца приведена в графической части работы и в приложении Б «Спецификации к сборочным чертежам»» [10].

В третьем разделе разработаны специальные технические средства оснащения. В результате спроектировано станочное приспособление с механизированным приводом закрепления и режущий инструмент улучшенной конструкции. Данные мероприятия позволили сократить время на выполнение токарной операции, путем сокращения вспомогательного времени и применения более производительных режимов резания.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта

Приведем описание конструктивно-технологических характеристик спроектированной технологии.

Изготовление детали предусматривает выполнение следующих технологических операций и средств технологического оснащения для их выполнения. На токарных операциях используются станки 16К20Ф3, резцы ГОСТ 18879-73, патроны трехкулачковые ГОСТ 24351-80, оправка цанговая специальная. На протяжных операциях используются станки 7Б65, протяжка шлицевая ГОСТ 25969-83 Р9, опора шаровая специальная. На фрезерных операциях используются станки 6Р82Г, фреза дисковая трехсторонняя ГОСТ 3755-78 Р6М5, оправка шлицевая. На шлифовальных операциях используются станки 3К227В, круг шлифовальный 6 80x40x13 24А80К7V, патрон цанговый ГОСТ 2877-80, оправка шлицевая. Охлаждение зоны резания осуществляется с применением синтетической смазочно-охлаждающей жидкости. Грузы перемещаются при помощи погрузчиков.

4.2 Идентификация профессиональных рисков

В ходе выполнения технологического процесса неизбежно возникают профессиональные риски. Наименование возникающих опасных и/или вредных производственно-технологических факторов определяются согласно ГОСТ 12.0.003–2015 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». Идентификация профессиональных рисков производится по Приказу Минтруда России от 28.12.2021 N 926 «Об утверждении Рекомендаций по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков и по снижению уровней таких рисков». Результаты приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Идентификация профессиональных рисков

Перечень источников опасностей	Опасные и вредные производственные факторы	Риски
металлорежущее оборудование, режущий инструмент, средства технологического оснащения, средства транспортировки	«опасные и вредные производственные факторы, связанные с силами и энергией механического движения, в том числе в поле тяжести движущиеся (в том числе разлетающиеся) твердые, жидкие или газообразные объекты, наносящие удар по телу работающего (в том числе движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы; разрушающиеся конструкции; обрушивающиеся горные породы; падающие деревья и их части; струи и волны, включая цунами; ветер и вихри, включая смерчи и торнадо)» [5]	«удары, порезы, проколы, уколы, затягивания, наматывания, абразивные воздействия подвижными частями оборудования, наезд транспорта на человека» [5]
	«производственные факторы, обладающие свойствами химического воздействия на организм работающего человека» [5]	«заболевания кожи (дерматиты)» [5]
	«опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека» [5]	«ожог при контакте незащищенных частей тела с поверхностью предметов, имеющих высокую температуру» [5]
	«опасные и вредные производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей, характеризуемые повышенным уровнем общей вибрации» [5]	«воздействие общей вибрации на тело работника» [5]
	«опасные и вредные производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризуемые повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума» [5]	«снижение остроты слуха, тугоухость, глухота, повреждение мембранной перепонки уха, связанные с воздействием повышенного уровня шума и других неблагоприятных характеристик шума» [5]

Продолжение таблицы 6

Перечень источников опасностей	Опасные и вредные производственные факторы	Риски
–	«монотонность труда, тяжесть трудового процесса» [5]	«психоэмоциональные перегрузки» [5]
	«опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током, под действие которого попадает работающий» [5]	«контакт с частями электрооборудования, находящимися под напряжением, отсутствие заземления или неисправность электрооборудования, нарушение правил эксплуатации и ремонта электрооборудования, неприменение средств индивидуальной защиты» [5]

В таблице 6 приведены только те риски, которые имеют наибольшую вероятность появления исходя из особенностей спроектированного технологического процесса и средств оснащения, применяемого для его реализации.

4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Мероприятия по улучшению условий труда разрабатываются на основе «Приказа Минтруда России № 771н от 29 октября 2021 г. «Об утверждении Примерного перечня ежегодно реализуемых работодателем мероприятий по улучшению условий и охраны труда, ликвидации или снижению уровней профессиональных рисков либо недопущению повышения их уровней» [5]. Средства и методы снижения профессиональных рисков выбираются на основе «Приказа Минтруда России от 29.10.2021 N 776н «Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда» [5].

«В результате получаем следующие мероприятия по улучшению условий и охраны труда: устройство ограждений элементов

производственного оборудования, защищающих от воздействия движущихся частей, а также разлетающихся предметов, включая наличие фиксаторов, блокировок, герметизирующих и других элементов; обеспечение работников, занятых на работах с вредными или опасными условиями труда, а также на работах, производимых в особых температурных и климатических условиях или связанных с загрязнением, специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты, дерматологическими средствами индивидуальной защиты; проведение обучения по охране труда, в том числе обучения безопасным методам и приемам выполнения работ, обучения по оказанию первой помощи пострадавшим на производстве, обучения по использованию (применению) средств индивидуальной защиты, инструктажей по охране труда, стажировки на рабочем месте (для определенных категорий работников) и проверки знания требований охраны труда; проведение обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров (обследований); устройство новых и (или) модернизация имеющихся средств коллективной защиты работников от воздействия опасных и вредных производственных факторов; проведение специальной оценки условий труда, выявления и оценки опасностей, оценки уровней профессиональных рисков, реализация мер, разработанных по результатам их проведения; внедрение и (или) модернизация технических устройств и приспособлений, обеспечивающих защиту работников от поражения электрическим током» [5].

Необходимо применить следующие методы и средства снижения профессиональных рисков: «использование блокировочных устройств, применение средств индивидуальной защиты – специальных рабочих костюмов, халатов или роб, исключающих попадание свисающих частей одежды на быстродвижущиеся элементы производственного оборудования» [5]; «использование станков и инструментов для механической обработки материалов и изделий, сопровождающихся выделением газов, паров и аэрозолей, совместно с системами удаления указанных веществ» [5];

«организация обучения, инструктажей, стажировки, проверки знаний, установка предупреждающих знаков, визуальных и звуковых предупреждающих сигналов, утверждение правил поведения на рабочих местах, правильное применение средств индивидуальной защиты» [5]; «применение вибропоглощения и виброизоляции» [5]; «применение звукоизолирующих ограждений-кожухов, кабин управления технологическим процессом, устройство звукопоглощающих облицовок и объемных поглотителей шума, использование средств индивидуальной защиты» [5]; «проведение специальной оценки условий труда с разработкой и реализацией мероприятий по снижению напряженности трудового процесса» [5]; «изоляция токоведущих частей электрооборудования, применение средств индивидуальной защиты, соблюдение требований охраны труда, применение» [5]; «ограждений, сигнальных цветов, табличек, указателей и знаков безопасности, вывод неисправного электрооборудования из эксплуатации, своевременный ремонт и техническое обслуживание электрооборудования» [5].

Предлагаемые организационно-технические методы и средства защиты обеспечат снижение профессиональных рисков для работников производственного участка.

4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Выбор технических средств и мероприятий по обеспечению пожарной безопасности производится исходя из опасных факторов пожара, которые определяются исходя из класса пожара. «Класс пожара В, пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов» [5]. «Основными опасными факторами данного класса пожаров: пламя и искры, тепловой поток, повышенная температура окружающей среды, повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения, пониженная концентрация кислорода, снижение

видимости в дыму (в задымленных пространственных зонах). Сопутствующими проявлениями опасных факторов пожара являются: образующиеся в процессе пожара осколочные фрагменты, крупногабаритные части разрушившихся строительных зданий, инженерных сооружений, транспортных средств, энергетического оборудования, технологических установок, производственного и инженерно-технического оборудования, произведенной и/или хранящейся продукции и материалов и иного имущества; вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества; негативные термохимические воздействия, используемых при пожаре огнетушащих веществ, на предметы и людей» [5].

«В соответствии с выявленными опасными факторами возможного пожара предлагается применять следующие технические средства пожаротушения: пожарный щит класса ЩП-А; огнетушители ОП-10, ОВП-10, ОВП-100, ОП-100; мотопомпа пожарная; пожарный извещатель; оповещатель охранно-пожарный звуковой» [5].

«В качестве мероприятий по обеспечению пожарной безопасности предлагается разработать инструкции по действиям персонала в случае аварийной и чрезвычайной ситуации и проводить инструктажи по пожарной безопасности» [5].

4.5 Обеспечение экологической безопасности объекта

Спроектированный технологический процесс оказывают влияние на окружающую среду, так как в ходе его осуществления используются горюче-смазочные материалы, технологические жидкости, а также возникают отходы в виде частиц абразива, металлической стружки и лома, мусора и пыли. Антропогенное воздействие на атмосферный воздух, водные объекты, а также отходы приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Антропогенное воздействие

Воздействие на атмосферный воздух	Воздействие на водные объекты	Отходы
незначительные выбросы металлической и абразивной пыли при шлифовании	горюче-смазочные материалы, технологические жидкости, загрязнение частицами абразива, металлической стружкой, ломом и мусором	горюче-смазочные материалы, технологические жидкости, металлическая стружка, лом и мусор

С целью обеспечения экологической безопасности объекта путем устранения и снижения антропогенного воздействия на атмосферный воздух, водные объекты и утилизации отходов разрабатываются мероприятия в соответствии с ГОСТ Р 53692–2009 «Национальный стандарт Российской Федерации. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы» [5], а также ГОСТ 31952–2012 «Устройства водоочистные. Общие требования к эффективности и методы ее определения» [5].

Выполнение данного раздела позволило оценить технологический процесс на безопасность и экологичность. Проведен анализ негативных ситуаций, возникновение которых возможно при выполнении технологического процесса с точки зрения производственной, пожарной и экологической безопасности. Для выявленных недостатков предложены мероприятия по их устранению или снижению их влияния на работников производства и экологию.

5 Экономическая эффективность работы

Все предыдущие разделы были посвящены совершенствованию технологического процесса изготовления заданной детали. Поэтому в конце бакалаврской работы необходимо провести расчеты, связанные с экономической эффективностью, этих совершенствований.

Для этого, сначала необходимо дать краткое описание, внесенных в технологический процесс, изменений (рисунок 3).



Рисунок 3 – Краткое описание, внесенных в технологический процесс, изменений

Как видно из рисунка 3, благодаря внесенным изменениям удалось достичь уменьшения трудоемкости выполнения данных операций. Эти изменения позволили сократить общую трудоемкость изготовления детали на 2,04 минуты.

Основываясь на описанных изменениях, будет осуществлен расчет значимых показателей, для подтверждения их экономической эффективности. Значимые показатели приведены на рисунке 4.

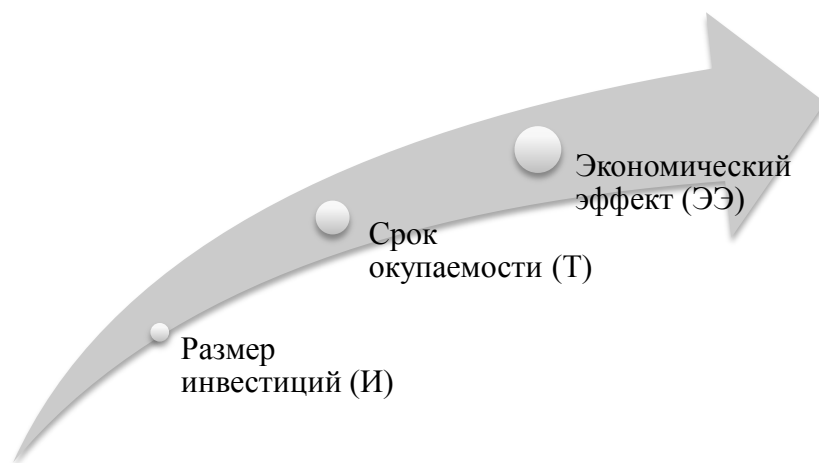


Рисунок 4 – Значимые показатели для подтверждения экономической эффективности изменений

Как видно из рисунка 4, отправной точкой в экономических расчетах является размер инвестиций. Именно этот показатель дает понимание в необходимых финансовых вливаниях в предложенные совершенствования. Для его определения используют специальную методику [12], которая позволяет учитывать все необходимые затраты в этот проект. Итоговый размер инвестиций и его детализация, представлен на рисунке 5.

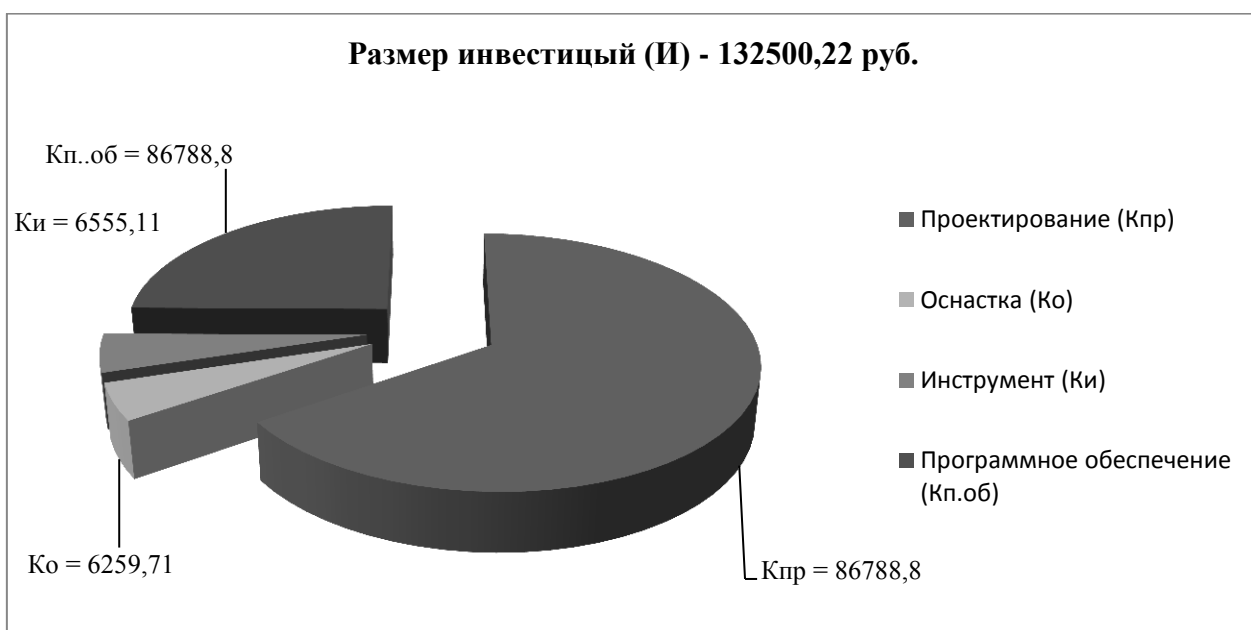


Рисунок 5 – Итоговый размер инвестиций и его детализация, руб.

Как видно из рисунка 5, самую весомую долю в инвестициях занимают на проектирование (K_{IP}). Их доля в общем размере инвестиций составит 65,5 %, это обосновывается сложностью выполняемых при проектировании работ и их трудоемкостью. Следующая, не менее значимая, это такая статья затрат, как «затраты на программное обеспечение ($K_{П.ОБ}$)». Ее доля в общем размере инвестиций составит 24,83 %, это обосновывается тем, что любое изменение в технологическом процессе – это обязательная корректировка используемой программы. Оставшиеся статьи затрат, составляет почти одинаковые значения, 5 %, и существенной весомости в размере инвестиций не имеет, но тем не менее их увеличивает.

Значение срока окупаемости можно рассчитать по формуле (40):

$$T = \frac{И}{П_{ЧИСТ}} + 1, \quad (40)$$

где « $П_{ЧИСТ}$ – чистая ожидаемая прибыль, руб.» [12].

Этот показатель зависит от разности себестоимости изготовления детали до и после совершенствования технологического процесса ее изготовления ($C_1 = 235,94$ руб. и $C_2 = 182,23$ руб., соответственно). Также при его определении учитывается программа выпуска ($П_{Г} = 5000$ шт.). И кроме всего прочего, обязательно учитываются налоговые выплаты, которые предприятие вынуждено будет заплатить государству за полученную дополнительную прибыль. Значения себестоимости определялись по специальной методике [12] с применением программного обеспечения, такого как Microsoft Excel. Если учесть все вышеперечисленные показатели, то формулу (40) можно представить в развернутом формате в формуле (41):

$$T = \frac{И}{(C_1 - C_2) \cdot П_{Г} \cdot (1 - K_{НАЛ})} + 1, \quad (41)$$

где « $K_{НАЛ}$ – коэффициент налогообложения, который, для юридических лиц, составляет 20 % или в абсолютной величине – 0,2» [12].

$$T = \frac{132500,22}{(235,94-182,23) \cdot 5000 \cdot (1-0,2)} + 1 = \frac{132500,22}{214840} + 1 = 1,617 = 2 \text{ года.}$$

Экономический эффект определяется по формуле (42), которая тоже представлена в развернутом виде, чтобы показать наглядность расчетов.

$$\text{ЭЭ} = \left(\sum_1^T P_{\text{ЧИСТ}} \cdot \frac{1}{(1+E)^t} \right) - I, \quad (42)$$

где « E – процентная ставка на капитал;

t – годы получения прибыли для принятого горизонта расчета» [12].

$$\text{ЭЭ} = \left(214840 \cdot \left(\frac{1}{(1+0,2)^1} + \frac{1}{(1+0,2)^2} \right) \right) - 132500,22 = 20182,56 \text{ р.}$$

Согласно проведенным расчетам, экономический эффект получен, его величина составляет 20182,56 рублей. Поэтому предложенные совершенствования в технологический процесс можно считать целесообразными и обоснованными.

В данном разделе выполнена экономическая оценка предлагаемого варианта технологического процесса. В результате получены положительные значения экономических показателей. Технологический процесс признан эффективным.

Заключение

«Цель данной выпускной квалификационной работы заключалась в разработке оптимального в заданных производственных условиях технологического процесса изготовления» [10] барабана муфты Э1ТМ, обеспечивающего годовой объем выпуска качественных деталей. Для ее достижения был проведен ряд мероприятий.

«На первом этапе проведен анализ исходных данных, к которым относятся назначение и условия работы детали, оценка технологичности детали, анализ параметров типа производства. По результатам анализа исходных данных выполнена постановка задач работы» [10].

Далее решены задачи проектирования заготовки, разработки плана изготовления, выбора технических средств оснащения, выбора режимов резания и определения норм времени на выполнение операций технологического процесса.

Затем спроектированы специальные технические средства оснащения. В результате разработано станочное приспособление с механизированным приводом закрепления и режущий инструмент улучшенной конструкции. Данные мероприятия позволили сократить время на выполнение токарной операции, путем сокращения вспомогательного времени и применения более производительных режимов резания.

Выполнена оценка технологического процесса на безопасность и экологичность. При проведении данного анализа учитывались изменения от применения специальных технических средств оснащения, вносимые в базовую технологию.

В заключение выполнена экономическая оценка предлагаемого варианта технологического процесса. В результате получены положительные значения экономических показателей. Технологический процесс признан эффективным.

Список используемых источников

1. Артамонов Е.В. Расчет и проектирование сменных режущих пластин и сборных инструментов: монография / Е.В. Артамонов, Т.Е. Помигалова, М.Х. Утешев. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2011. – 152 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/28284> (дата обращения: 05.04.2024).
2. Афонькин М.Г. Производство заготовок в машиностроении. / М.Г. Афонькин, В.Б. Звягин – 2 –е изд., доп. и пер.ера. СПб: Политехника, 2007 – 380 с.
3. Балла О.М. Технологии и оборудование современного машиностроения: учебник / О.М. Балла. – Санкт –Петербург: Лань, 2020. – 392 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/143241> (дата обращения: 18.04.2024).
4. Блюменштейн В.Ю. Проектирование технологической оснастки: учебное пособие для вузов / В.Ю. Блюменштейн, А.А. Клепцов. – 4 –е изд., стер. – Санкт –Петербург: Лань, 2023. – 220 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/166346> (дата обращения: 21.04.2024).
5. Горина Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта»: учеб. –метод. пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. – Тольятти.: Изд –во ТГУ, 2024. – 22 с.
6. ГОСТ 7505–89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – Введ. 1990 –01 –07. – М.: Изд –во стандартов, 1990. – 83 с.
7. Зубарев Ю. М. Основы резания материалов и режущий инструмент : учебник / Ю. М. Зубарев, Р. Н. Битюков. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 228 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/207107> (дата обращения: 18.04.2024).
8. Иванов И. С. Технология машиностроения: производство типовых деталей машин: учебное пособие / И.С. Иванов. – Москва: ИНФРА –М, 2022.

– 224 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1723512> (дата обращения: 18.04.2024).

9. Клепиков В. В. Технологическая оснастка. Станочные приспособления: учебное пособие / В. В. Клепиков. – Москва: ИНФРА –М, 2022. – 345 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1836736> (дата обращения: 19.04.2024).

10. Клепиков В. В. Технология машиностроения: курсовое проектирование: учебное пособие / В.В. Клепиков, В.Ф. Солдатов. – Москва: ИНФРА –М, 2020. – 229 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1081966> (дата обращения: 25.03.2024).

11. Копылов Ю. Р. Технология машиностроения : учебное пособие для вузов / Ю. Р. Копылов. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2024. – 252 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/387341> (дата обращения: 29.03.2024).

12. Краснопевцева И.В. Экономика и управление машиностроительным производством: электрон. учеб. –метод. пособие / И.В. Краснопевцева, Н.В. Зубкова. – Тольятти.: ТГУ, 2014. – 183 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/13> (дата обращения: 26.04.2024).

13. Маталин А. А. Технология машиностроения : учебник для вузов / А. А. Маталин. – 6-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2024. – 512 с. – [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/399728> (дата обращения: 02.04.2024).

14. Метрология, стандартизация и сертификация. Практикум / В. Н. Кайнова, Т. Н. Гребнева, Е. В. Зимина, Е. А. Куликова ; Под ред.: Кайнова В. Н.. – 2-е изд., испр. и доп. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 348 с. – [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/238841> (дата обращения: 18.04.2024).

15. Расторгуев Д.А. Технологическая часть выпускной квалификационной работы машиностроительного направления: электронное учеб. –метод. пособие / Д.А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин –т машиностроения ; каф.

"Оборудование и технологии машиностроит. пр –ва". – ТГУ. – Тольятти. : ТГУ, 2017. – 34 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/6204> (дата обращения: 08.04.2024).

16.Справочник технолога-машиностроителя в 2-х тт : справочник / В. И. Аверченков, А. В. Аверченков, Б. М. Базров [и др.] ; под редакцией А. С. Васильева, А. А. Кутина. – 7-е изд. испр. – Москва : Машиностроение, 2023. – 1574 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/307325> (дата обращения: 11.04.2024).

17.Технологические процессы в машиностроении. Назначение режимов резания и нормирование операций механической обработки заготовок в машиностроении : учебное пособие для вузов / Ю. М. Зубарев, А. В. Приемышев, В. Г. Юрьев, М. А. Афанасенков. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 248 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/197529> (дата обращения: 16.04.2024).

18.Технология машиностроения. Проектирование технологии изготовления деталей : учебное пособие / В. А. Лебедев, И. В. Давыдова, А. П. Шишкина, Е. Н. Колганова. – Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. – 176 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/346985> (дата обращения: 10.04.2024).

19.Харламов Г.А. Припуски на механическую обработку: справочник. / Г.А. Харламов, А.С. Тарапанов. – Электрон. дан. – М. : Машиностроение, 2013. – 256 с.

20.Химический состав и физико-механические свойства стали 40Х [Электронный ресурс]. – URL: <https://prompriem.ru/stati/stal-40x.html> (дата обращения: 28.03.2024).

21.Ямников А. С. Основы технологии машиностроения: учебник для вузов / А. С. Ямников, А. А. Маликов; под ред. А. С. Ямникова. – Москва; Вологда: Инфра –Инженерия, 2020. – 252 с [Электронный ресурс]. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1168516> (дата обращения: 14.04.2024).

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа															
						Код, наименование оборудования	ДМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт				
0 19					$\phi 242^{+0,46}$, $25,5^{+0,21}$, $42,5^{+0,3}$, $43,5^{+0,3}$, $85,5^{+0,33}$, $88,5^{+0,33}$, $6_{0,15}$.																
T20	396110 Оправка цанговая; 392190 Резец контурный ГОСТ18879-73 Т5К10; 392190 Резец расточной																				
T 21	специальный ТЗОК4; 392190 Резец канавочный ГОСТ18879-73 Т5К10; 393311 Штангенциркуль ШЦ-1																				
T 22	ГОСТ 166-89.																				
23																					
A 24	XX XX XX 015 4180 Протяжная																				
Б 25	381751	Протяжной 7665 3 16458 312 1P 1 1 1 1200 1 1,34																			
0 26	Протянуть поверхности 34, 35 в размер $\phi 65^{+0,03}$; $18^{+0,07}$.																				
T 27	396171 Приспособление специальное; 392330 Протяжка шлицевая ГОСТ 25969-83 Р9; 393400 Калибры.																				
28																					
A 29	XX XX XX 020 4110 Токарная																				
Б 30	381101	Токарный 16Д20 3 18217 422 1P 1 1 1 1200 1 1,39																			
0 31	Точить поверхность 22 в размер $84,5^{+0,14}$.																				
T 32	396110 Оправка цанговая; 392101 Резец контурный ГОСТ18879-73 ТЗОК6; 393311 Штанген циркуль																				
T 33	ШЦ-1 ГОСТ166-89.																				
34																					
A 35	XX XX XX 025 4110 Токарная																				
Б 36	381101	Токарный 16К20Ф3 3 18217 422 1P 1 1 1 1200 1 2,76																			
0 37	Точить поверхности 1, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 16, 17, 18 в размер $\phi 80,445^{+0,14}$, $\phi 91,5^{+0,14}$, $\phi 201,5_{0,185}$, $\phi 87^{+0,35}$.																				
0 38	$\phi 86,5_{0,16}$, $\phi 206^{+0,40}$, $25,5^{+0,004}$, $42,5^{+0,12}$, $84,5^{+0,14}$, $87,5^{+0,14}$, $7_{0,15}$, $3,4_{0,12}$, $3_{0,18}$.																				
T 39	396110 Оправка цанговая; 392190 Резец контурный ГОСТ18879-73 Т5К10; 392190 Резец расточной																				
T 40	специальный ТЗОК4; 392190 Резец канавочный ГОСТ18879-73 Т5К10; 393311 Штангенциркуль ШЦ-1																				
T 41	ГОСТ 166-89.																				
МК																					

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа											
						СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт	
Б	Код, наименование оборудования					СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт	
A42	XX	XX	XX	030	4262 Фрезерная												
B43	381631	Фрезерный 6P82Г					3	18632	422	1P	1	1	1	1200	1		5,1
O 44	Фрезеровать поверхности 28, 29 в размер 30 ^{+0,21} , 224 ^{+0,33}																
T 45	396171 Оправка шлицевая; 391801 Фреза дисковая трехсторонняя ϕ 80 ГОСТ3755-78 Р6М5;																
T 46	393400 Калибры.																
47																	
A48	XX	XX	XX	035	Термическая												
49																	
A 50	XX	XX	XX	040	4132 Внутришлифовальная												
B 51	381312	Внутришлифовальный 3К227В					3	18873	312	1P	1	1	1	1200	1		2,1
O 52	Шлифовать поверхность 22 в размер 88 ^{+0,057}																
T 53	396171 Оправка шлицевая; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скаба рычажная СР ГОСТ11098-75.																
54																	
A55	XX	XX	XX	045	4132 Внутришлифовальная												
B 56	381312	Внутришлифовальный 3К227В					3	18873	312	1P	1	1	1	1200	1		2,25
O 57	Шлифовать поверхность 5 в размер ϕ 90,5 ^{+0,057}																
T 58	396171 Оправка шлицевая; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скаба рычажная СР ГОСТ11098-75.																
59																	
A 60	XX	XX	XX	050	4132 Внутришлифовальная												
B 61	381312	Внутришлифовальный 3К227В					3	18873	312	1P	1	1	1	1200	1		2,21
O 62	Шлифовать поверхность 18 в размер ϕ 204,5 ^{+0,072}																
T 63	396171 Оправка шлицевая; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скаба рычажная СР ГОСТ11098-75.																
64																	
МК																	

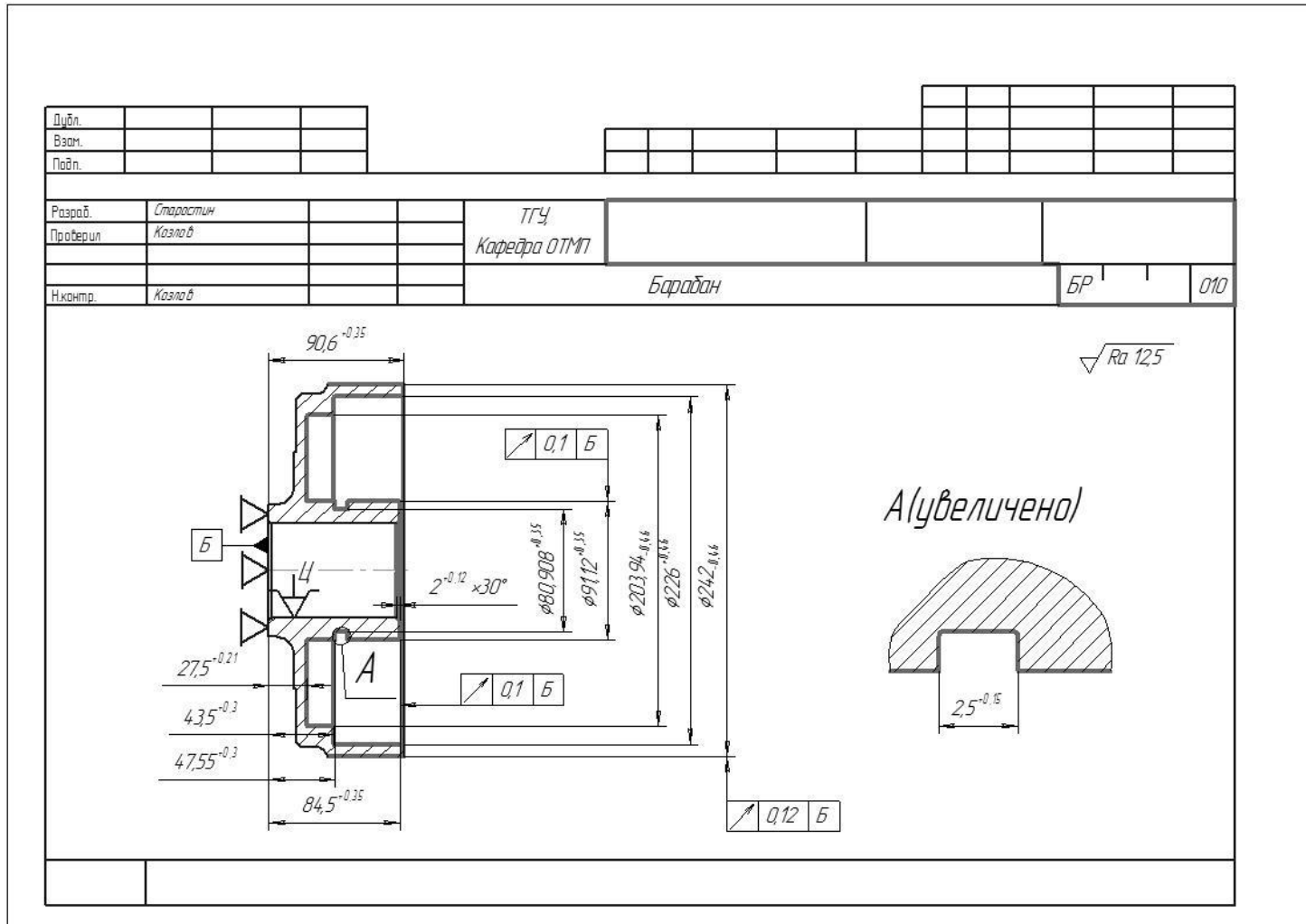
Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа												
						Код, наименование оборудования	СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт	
A65	XX	XX	XX	055	4132 Внутршлифовальная													
B66	381312	Внутршлифовальный	ЗК227В	3	188,73	312	1Р	1	1	1	1200	1					2,37	
067	Шлифовать поверхность 7 в размер $\phi 79,924^{+0,046}$ 7,5 ^{+0,22}																	
T68	396171 Оправка шлицевая; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скаба рычажная СР ГОСТ11098-75.																	
69																		
A70	XX	XX	XX	060	4132 Внутршлифовальная													
B71	381312	Внутршлифовальный	ЗК227В	3	188,73	312	1Р	1	1	1	1200	1					2,21	
072	Шлифовать поверхность 5 в размер $\phi 89,926^{+0,054}$																	
T73	396171 Оправка шлицевая; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скаба рычажная СР ГОСТ11098-75.																	
74																		
A75	XX	XX	XX	065	4132 Внутршлифовальная													
B76	381312	Внутршлифовальный	ЗК227В	3	188,73	312	1Р	1	1	1	1200	1					2,01	
077	Шлифовать поверхность 18 в размер $\phi 205^{+0,072}$																	
T78	396171 Оправка шлицевая; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скаба рычажная СР ГОСТ11098-75.																	
79																		
A80	XX	XX	XX	070	Маечная													
81																		
A82	XX	XX	XX	075	Контрольная													
83																		
84																		
85																		
86																		
87																		
МК																		

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1



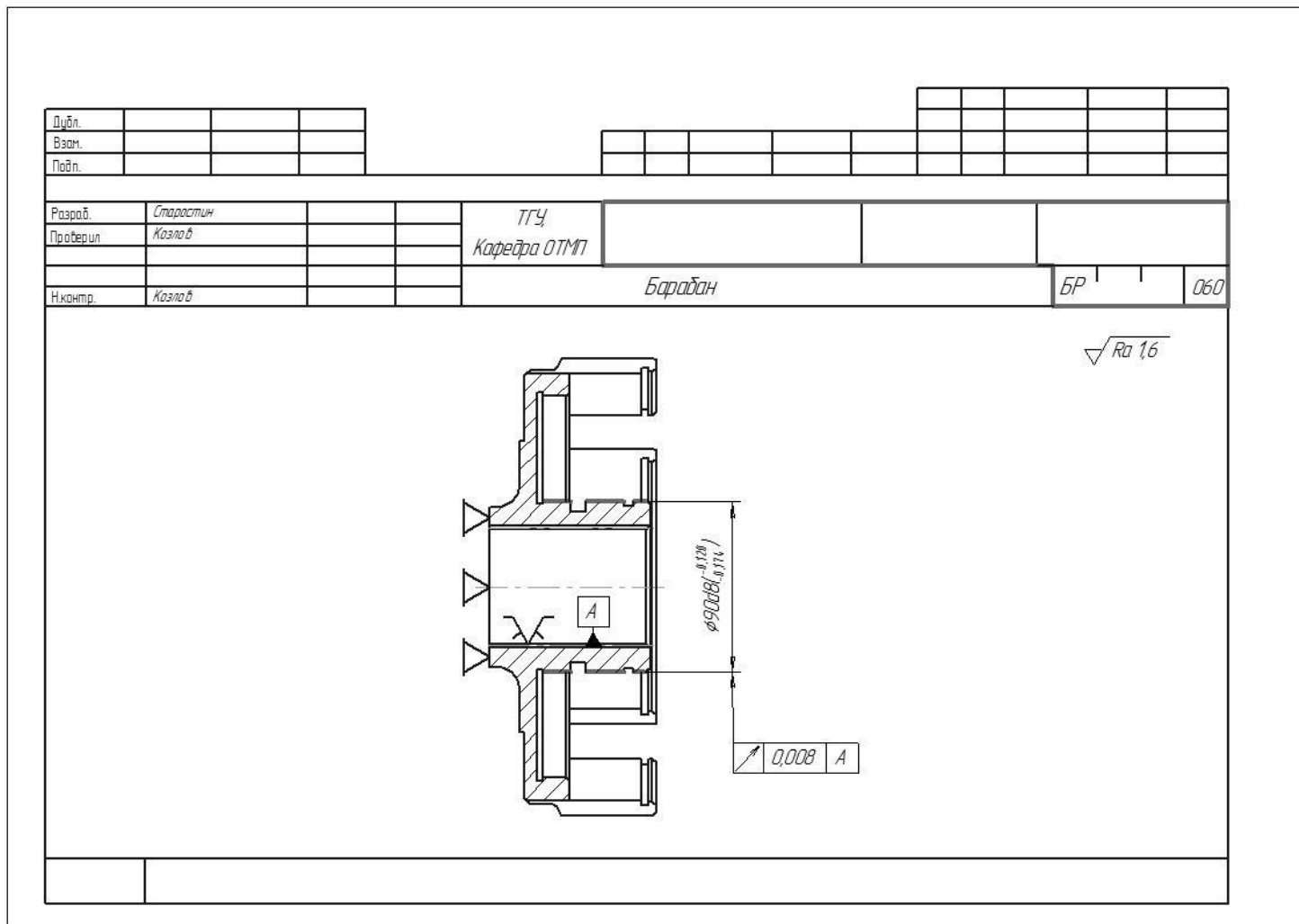
Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 2118-82										Форм 1			
Дубл.													
Взам.													
Подп.													
Разраб.	Старостин			ТГУ									
Проверил	Козлов			Кафедра ОТМТ									
Н.контр.	Козлов			Барaban						Цех	Уч.	Р.М.	Опер.
Наименование операции		Материал		Твердость	EB	MD	Профиль и размеры			MB	КОИД		
Токарная		Сталь 40Х ГОСТ 4543-71		HB 220	166	4,6	Ø24,64xØ18			6,9	1		
Оборудование, устройства ЧПУ		Обозначение программы		то	тв	тнв	тип	слож					
16К20ФЗ				2,7			3,72	Укринат-1					
		пи	о или в	L	r	i	s	п	v				
01	1. Установить заготовку												
T ₀₂	396110 Оправка цанговая; 392190 Резец контурный ГОСТ18879-73 Т5К10; 392190 Резец расточной												
T ₀₃	специальный ТЗОК4; 392190 Резец канавочный ГОСТ18879-73 Т5К10												
0 ₀₂	2. Точить поверхности 1, 2, 3, 5, 7, 10, 11, 17, 18, 32 выдерживая размеры согласно эскиза												
0 ₀₃		1			2,2		0,45	160	122				
F ₀₃		2			2,0		0,45	160	114				
F ₀₇		3			2,0		0,45	500	140				
F ₀₈		4			2,2		0,05	500	126				
T ₀₉	3. Открепить, снять деталь с приспособления, положить на тележку.												
10													
11													

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1



Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 2118-82										Форм 1		
Дубл.												
Взам.												
Подп.												
Разраб.	Старостин			ТГУ								
Проверил	Козлов			Кафедра ОТМП								
Исполн.	Козлов			Барaban					Цех	Уч.	Р.М.	Опер.
												060
Наименование операции		Материал		Твердость	EB	MD	Профиль и размеры			MB	КОИД	
Шлифовальная		Сталь 40Х ГОСТ 4543-71		HRC 45	166	4,6	Ø246,4xØ18			6,9	1	
Оборудование, устройства ЧПУ		Обозначение программы		то	тв	тгв	тип	слож				
ЭК227В				1,18			2,21	Укринат-1				
		пи	о или в	L	t	i	s	p	v			
01	1. Установить заготовку											
Т.з.	396171 Оправка шлицевая; 39810 Круг шлифовальный.											
02	2. Шлифовать поверхность 5 выдерживая размеры согласно эскиза.											
Р.з.	1 0,25 0,011 120 35											
Т.з.	3. Открепить, снять деталь с приспособления, положить на тележку.											
03												
04												
05												
06												
07												
08												
09												
10												

Приложение Б

Спецификации к сборочным чертежам

Таблица Б.1 – Спецификации к сборочным чертежам

	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Перв. примен.					<i>Документация</i>		
	A1			24.БР.ОТМП.123.65.00.000СБ	Сборочный чертеж		
					<i>Детали</i>		
Склад №	A3	1		24.БР.ОТМП.123.65.00.001	Корпус	1	
	A4	2		24.БР.ОТМП.123.65.00.002	Корпус муфты	1	
	A4	3		24.БР.ОТМП.123.65.00.003	Корпус привода	1	
	A4	4		24.БР.ОТМП.123.65.00.004	Крышка привода	1	
	A2	5		24.БР.ОТМП.123.65.00.005	Неподвижный корпус	1	
	A3	6		24.БР.ОТМП.123.65.00.006	Плунжер	1	
	A3	7		24.БР.ОТМП.123.65.00.007	Поршень	1	
	A4	8		24.БР.ОТМП.123.65.00.008	Пробка	1	
	A3	9		24.БР.ОТМП.123.65.00.009	Пробка	3	
	A2	10		24.БР.ОТМП.123.65.00.010	Цанга	1	
	A3	11		24.БР.ОТМП.123.65.00.011	Шток	1	
Подп. и дата					<i>Стандартные изделия</i>		
			12		Винт М4x8 ГОСТ 17475-80	4	
			13		Винт М6x25 ГОСТ 11738-84	9	
			14		Винт М8x35 ГОСТ 11738-84	6	
Взам. инв. №							
Подп. и дата							
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	24.БР.ОТМП.123.65.00.000	
	Разраб.					Лит.	Лист
	Проб.						Листов
	И.контр.						1
	Утв.						2
Приспособление станочное						ТГУ, ИМ зр. ТМбдо-2001а	
Копировал						Формат А4	

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Информация о документе			
												Изм.	Лист	№ докум.	Подп.
							15		Винт М10х40 ГОСТ 11738-84	6		24.БР.ОТМП.123.65.00.000			
							16		Гайка М14х1,5 ГОСТ 5927-70	2		Лист 2			
							17		Демпфер ГОСТ 8754-79	2		Копировал			
							18		Кольцо ГОСТ 17477-84	2		Формат А4			
							19		Манжета ГОСТ 8752-79	2					
							20		Манжета ГОСТ 8752-79	3					
							21		Манжета ГОСТ 8752-79	2					
							22		Подшипник 904 ГОСТ 8338-75	2					
							23		Прокладка ГОСТ 14475-80	1					

